

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-282281

(43)Date of publication of application : 07.10.1994

(51)Int.Cl.

G10K 11/16

B60R 11/02

F16F 15/02

H04R 3/02

(21)Application number : 05-092252

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 26.03.1993

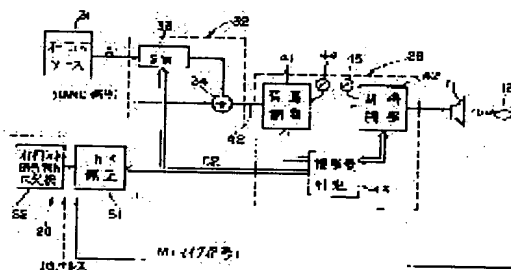
(72)Inventor : UCHIDA HIROSHI
BUTSUEN TETSUROU
NAKAO NORIHIKO

(54) VIBRATION CONTROL DEVICE FOR VEHICLE

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce vibration always excellently in spite of a change in loudspeaker output caused by audio operation when a loudspeaker is used both for audio and output of reducing vibration.

CONSTITUTION: An audio signal AI from an audio source 31 and reducing vibration (ANC signal) generated by a control part 20 are outputted respectively from a loudspeaker 11 arranged in the interior through a power amplifier 28. The reducing vibration is optimized by the control part 20 so that interior vibration detected by a microphone 12 is reduced. When sound volume or the like is changed by audio operation, for example, a convergence factor for optimization or a microphone amplifier characteristic or the like is changed.



【特許請求の範囲】

【請求項1】車室内に低減用振動を出力させるためのスピーカと、車室内の振動を検出するマイクと、該マイクで検出される振動が低減されるように前記スピーカとマイクとの間のインパルス応答を考慮しつつ前記低減用振動を最適化する最適化手段と、を備えた車両用振動制御装置において、

前記スピーカが、オーディオ用のスピーカとの兼用として設定され、

前記オーディオの操作によって前記スピーカからの出力状態を変更する操作がなされたとき、前記インパルス応答に関連した前記最適化のための制御特性を変更する特性変更手段と、を備えていることを特徴とする車両用振動制御装置

【請求項2】請求項1において、

前記最適化手段が、振動低減の対象となる振動に対応したリファレンス信号を時系列に変換する変換手段を備え、前記特性変更手段が、前記変換手段の特性を変更するもの。

【請求項3】請求項1において、

前記最適化手段が、所定の収束係数に基づいて前記低減用振動を最適化するように設定され、

前記特性変更手段が、前記収束係数を変更するもの。

【請求項4】前記マイクの検出信号がアンプを経由して

前記最適化手段に入力されるように設定され、

前記特性変更手段が、前記アンプの特性を変更するもの。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、車両の振動つまり騒音を、低減用振動を利用した干渉作用によって低減するようにした車両用振動制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】車両、特にエンジンによる騒音振動つまり第1振動が問題になる自動車等においては、スピーカ等から低減用振動つまり第2振動を発生させて、この第1振動と第2振動との干渉により第1振動を低減することが提案されている。この種の振動低減装置にあっては、特表平1-501344号公報に示すように、振動源からの振動つまり第1振動に相当する信号をリファレンス信号として取り出すリファレンス信号発生器と、第1振動による騒音が問題となる所定空間での振動をピックアップするマイクと、所定空間に向けて第2振動を発生させるスピーカと、スピーカから出力させる第2振動を生成するための適応型デジタルフィルタと、上記フィルタのフィルタ係数を逐次的に最適化するためのアルゴリズム演算装置と、を有する。すなわち、リファレンス信号に応じて適応型デジタルフィルタがリファレンス信号のゲインや位相等を調整して第2振動を生成する一

方、マイクで検出される振動が小さくなるように、適応型デジタルフィルタのフィルタ係数がアルゴリズム演算装置によって逐次的に最適化される。そして、最適化のためのアルゴリズムとしては、一般には最少2乗法が用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】前述した干渉を利用した振動低減を行なう際に、低減用振動を出力させるためのスピーカとして、車両に一般に搭載されているオーディオ用のスピーカを利用することが考えられる。このように、スピーカを、振動低減用とオーディオ用とで兼用した場合、状況に応じて、振動低減が良好に行なわれる場合とそうでない場合が生じる、ということが判明した。

【0004】このような問題を生じる原因を追求したところ、オーディオ操作による音量や音質の変更に起因するスピーカ出力の変更が、スピーカとマイク間のインパルス応答つまり伝達特性に影響を与えているためである、ということが判明した。すなわち、低減用振動形成のための最適化手法においては、スピーカとマイク間のインパルス応答というものをあらかじめ想定した設定となっているが、オーディオ操作によるスピーカ出力の変更によって、インパルス応答がこの設定された条件から大きく外れてしまうことがあり、このようなときに振動低減が良好に行なわれないものとなる。

【0005】したがって、本発明の目的は、スピーカを振動低減用とオーディオ用とで兼用した場合に、オーディオ操作に起因するスピーカ出力の変更にかかわらず常に良好に振動低減を行なえるようにした車両用振動制御装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明にあっては次のような構成としてある。すなわち、車室内に低減用振動を出力させるためのスピーカと、車室内の振動を検出するマイクと、該マイクで検出される振動が低減されるように前記スピーカとマイクとの間のインパルス応答を考慮しつつ前記低減用振動を最適化する最適化手段と、を備えた車両用振動制御装置において、前記スピーカが、オーディオ用のスピーカとの兼用として設定され、前記オーディオの操作によって前記スピーカからの出力状態を変更する操作がなされたとき、前記インパルス応答に関連した前記最適化のための制御特性を変更する特性変更手段と、を備えた構成としてある。

【0007】前記最適化手段が、振動低減の対象となる振動に対応したリファレンス信号を時系列に変換する変換手段を備えているときに、前記特性変更手段を、前記変換手段の特性を変更するものとして構成することができ

【0008】前記最適化手段が、所定の収束係数に基づ

いて前記低減用振動を最適化するように設定されているときに、前記特性変更手段を、前記収束係数を変更するものとして構成することができる。

【0009】前記マイクの検出信号がアンプを経由して前記最適化手段に入力されるように設定されているときに、前記特性変更手段を、前記アンプの特性を変更するものとして構成することができる。

【0010】

【発明の効果】本発明によれば、スピーカを振動低減用とオーディオ用とで兼用することによりコスト低減を図りつつ、オーディオ操作に起因するスピーカ出力の変更があったときは、インパルス応答に関連した制御特性をスピーカ出力の変更に応じて修正して、振動低減を常に良好に行なうことができる。

【0011】請求項2～請求項3に記載したような構成とすることにより、請求項1に記載の効果を実用上容易に採択し得る手法により得て、実用化の上で好ましいものとなる。

【0012】

【実施例】以下本発明の実施例を添付した図面に基づいて説明する。

全体の概要

図1において、自動車1は、車室2内に運転席3と助手席4と左右の後席5、6とを有する4人乗りの乗用車とされている。車体前部に構成されたエンジンルーム7には、直列4気筒のガソリンエンジン8が搭載され、そのイグニッションコイルが符号9で示される。

【0013】エンジン8が、エンジン回転数に応じた周期的な振動を発生する騒音発生源つまり第1振動源とされている。そして、車室2が、エンジン8の振動を低減すべき所定空間とされている。このため、所定空間としての車室2には、5個のスピーカ11と、8個のマイク12とが設置されている。スピーカ11が、車室へエンジン騒音を低減するための第2振動を発生する第2振動源とされ、マイク12が、車室の実際の振動を検出する振動検出手段とされる。そして、インストルメントパネルには、既知のように、例えばチューナとカセットデッキとCDデッキとの組み合わせからなるオーディオソース31が配設されている。

【0014】自動車1には、マイクロコンピュータを利用して構成された制御ユニットUが搭載されている。制御ユニットUに対する入出力関係を図2に示してあり、制御ユニットUは、CPUからなる制御部20を有する。制御部20には、イグニッションコイル9の一次コイルからの信号つまりエンジン回転数に応じた点火パルス信号が、波形整形回路21、周期計算回路22を経て入力されると共に、各マイク12からの信号が、アンプ23、ローパスフィルタ24、A/D変換器25を介して入力される。また、制御部20からの出力信号は、D/A変換器26、ローパスフィルタ27、アンプ28を

介してスピーカ11へ出力される。

【0015】制御部20は、マイク12で検出される振動が低減されるように、スピーカ11から出力すべき低減用振動としての第2振動を最適化する。以下、制御部20による第2振動の生成について説明するが、先ず、第2振動の生成の基本部分について説明し、その後オーディオとの関連について説明する。

【0016】なお、実施例では、第2振動は、エンジン8の周期的な回転振動例えば回転2次成分を低減するもので、エンジン8の周期的な振動の1周期分まとめて生成するようにして、第2振動最適化のための計算量の低減ひいては制御系の負担が極力小さくなるようにしてある。勿論、第2振動の生成は、既知の適宜の最適化手法によりなし得るものであり、本発明は特定の最適化手法に限定されるものではない。

【0017】第2振動の生成（基本）

図3は、制御部20をブロック図的に示すものであり、説明の簡単化のためにスピーカ11およびマイク12をそれぞれ1個とした場合を示している。

【0018】制御部20は、周期計測回路22から入力された結果によってスピーカ11に出力するスピーカ入力信号 y のベクトル y の周期を調整する（ステップ1、以下ステップをSと略す）と共に、内蔵しているプロセッサで、マイク12・スピーカ2間の伝達特性であるインパルス応答 h の行列 h を、時系列 h に変換する（S2）。

【0019】次に、制御部20はプロセッサで、インパルス応答 h の時系列 h とマイク12から入力されるマイク出力信号 e とでベクトル y を逐次的に最適化し（S3）、その後、このベクトル y を時系列 y に変換してスピーカ入力信号 y とし（S4）、スピーカ11に出力する。

【0020】スピーカ11は、このスピーカ入力信号 y をアンチ騒音 Z として再生する。一方、マイク12は、騒音 d とアンチ騒音 Z が打ち消し合って振動エネルギーが低減した騒音を検出して、この結果をデジタルのマイク出力信号 e として制御部20に内蔵されたプロセッサに出力する。以下、再びプロセッサは、上記ステップ3およびステップ4を繰り返して行い、スピーカ入力信号 y のベクトル y を逐次的に最適化して、最終的にマイク出力信号 e の値が0となるようにスピーカ入力信号 y のベクトル y を設定する。

【0021】次に、制御部20で行われる上記ステップのアルゴリズムの演算について、以下に説明する。

【0022】先ず、制御部20によるマイク12のマイク出力信号 e のサンプリング周期を Δt とする。マイク12・スピーカ11間の伝達特性であるインパルス応答 h が有限時間 $J\Delta t$ 以内に0に収束すると仮定し、インパルス入力が与えられてから $j\Delta t$ 時間経過後のインパルス応答 h の値を h_j とすると、エンジン8から発生し

た第1振動である騒音d、スピーカ入力信号yが与えられたときのスピーカ11から発生する第2振動であるアンチ騒音Zおよびそのときの時刻kにおけるマイク出力信号eの第kサンプル値e(k)の関係は、次式(1)で表わすことができる。

$$\begin{aligned} & * [0 \ 0 \ 2 \ 3] \\ & e(k) = d(k) + Z(k) \\ & = d(k) + \text{行列 } h^T \cdot \text{行列 } y(k) \quad \dots \dots (1) \\ & \text{但し、} \end{aligned}$$

$$\text{行列 } h = [h_0 \ h_1 \ h_2 \ \dots \ h_{J-1}]^T$$

$$\text{行列 } y(k) = [y(k) \ y(k-1) \ y(k-2) \ \dots \ y(k-J+1)]^T$$

d(k): e(k)に含まれている騒音dの成分

※。

Z(k): e(k)に含まれているアンチ騒音Zの成分

$$[0 \ 0 \ 2 \ 4]$$

y(k): スピーカ入力信号yの第kサンプル値

$$10 \quad [\text{数}1]$$

従って、式(1)中のZ(k)は、次の式(2)で示され※

$$Z(k) = \text{行列 } h^T \cdot \text{行列 } y(k)$$

$$= [h_0 \ h_1 \ \dots \ h_{J-1}]^T \begin{bmatrix} y(k) \\ y(k-1) \\ y(k-2) \\ \dots \\ y(k-J+1) \end{bmatrix}^T$$

$$= \sum_{j=0}^{J-1} h_j \cdot y(k-j) \quad \dots \dots (2)$$

【0025】ところで、騒音dは、ある周期 $N\Delta t$ を持っている周期性騒音であるので、この騒音dの振動エネルギーを低減させるアンチ騒音Zおよびスピーカ入力信号y、騒音dと同じ周期 $N\Delta t$ を持っている周期性振動お★

★および周期性信号でなければならない。

【0026】従って、スピーカ入力信号yに関して次式(3)が成立する。

$$\begin{aligned} y(k) &= y(k-qN) = y(k) \\ y(k-1) &= y(k-qN-1) = y(k+N-1) \\ y(k-2) &= y(k-qN-2) = y(k+N-2) \\ &\dots \dots \dots \\ y(k-N+1) &= y(k-(q+1)N+1) = y(k+1) \end{aligned} \quad \dots \dots (3)$$

但し、

☆ゆえに、式(1)は、

$$q = 0, 1, 2, \dots \quad \star$$

$$e(k) = d(k) + \text{ベクトル } h^T \cdot \text{時系列 } y(k) \quad \dots \dots (4)$$

但し、

$$\text{時系列 } y(k) = [y(k) \ y(k+N-1) \ y(k+N-2) \ \dots \ y(k+1)]^T$$

$$[0 \ 0 \ 2 \ 7]$$

$$[\text{数}2]$$

$$\text{ベクトル } h = \begin{bmatrix} h_0 & + h_N & + \dots + h_{qN} \\ h_1 & + h_{N+1} & + \dots + h_{qN+1} \\ \dots & \dots & \dots \\ h_{J-qN-1} & + h_{J-(q-1)N-1} & + \dots + h_{J-1} \\ h_{J-qN} & + h_{J-(q-1)N} & + \dots + 0 \\ \dots & \dots & \dots \\ h_{N-1} & + h_{2N-1} & + \dots + 0 \end{bmatrix}$$

$$= [\bar{h}_0 \quad \bar{h}_1 \quad \bar{h}_2 \quad \dots \quad \bar{h}_{N-1}]^T$$

【0028】尚、Qは、 $J \leq (q+1)N$ を満たす整数qの最小値である。

【0029】次に、時刻kからさらにiだけ時間が経過

した時刻k+iのマイク出力信号eの第K+iサンプル値e*

$$e(k+i) = d(k+i) + \text{ベクトル } h^T \cdot \text{時系列 } y(k+i)$$

$$= d(k+i) + \text{時系列 } h(i)^T \cdot \text{時系列 } y(k) \dots (5)$$

但し、

$$\text{時系列 } y(k+i) = [y(k+i) \quad y(k+i-1) \quad \dots \quad y(k+i-1)]^T$$

$$y(k+N-1) \quad y(k+N-2) \quad \dots \quad y(k+i+1)]^T$$

$$\text{時系列 } h(i) = [\text{バー } h_i \quad \text{バー } h_{i+1} \quad \dots \quad \text{バー } h_{N+1} \quad \text{バー } h_0 \quad \text{バー } h_1 \quad \dots \quad \text{バー } h_{i-1}]^T$$

尚、 i' は、 i をNで割ったときの整数剰余である。

【0031】ところで、式(5)において、kはマイク入力信号eの任意の初期時点を表わしているに過ぎない。よって、 $k=0$ と置き、 i を改めてkに置き直すと、次式(6)が得られる。

* (K+i) (但し、 $i=1, 2, \dots$)は、次式(5)で表わすことができる。

【0030】

※【0032】

$$e(k) = d(k) + \text{時系列 } h(k)^T \cdot \text{時系列 } y(0)$$

$$= d(k) + \text{時系列 } h(k)^T \cdot \text{ベクトル } y$$

但し、

※30

$$\text{ベクトル } y = [y(0) \quad y(N-1) \quad y(N-2) \quad \dots \quad y(1)]^T$$

$$= [y_0 \quad y_{N-1} \quad y_{N-2} \quad \dots \quad y_1]^T$$

ここで、次の評価関数を導入する。

$$F = E[e(k)^2]$$

$$= E[d(k) + \text{時系列 } h(k)^T \cdot \text{ベクトル } y]$$

$$= E[d(k)^2] + 2 \text{ベクトル } y^T \cdot E[d(k) \cdot \text{時系列 } h(k)]$$

$$+ \text{ベクトル } y^T \cdot E[\text{時系列 } h(k) \cdot \text{時系列 } h(k)^T] \text{ベクトル } y$$

$$\dots (7)$$

但し、 $E[\quad]$ は、期待値を表わすものとする(Eは期待演算子)。式(7)より、この評価関数のベクトルy★40

★に関する勾配は、次式(8)で与えられる。

$$\partial F / \partial \text{ベクトル } y = 2 E[d(k) \cdot \text{時系列 } h(k)]$$

$$+ 2 E[\text{時系列 } h(k) \cdot \text{時系列 } h(k)^T] \text{ベクトル } y$$

$$= 2 E[\text{時系列 } h(k) [d(k) + \text{時系列 } h(k)^T \text{ベクトル } y]]$$

$$= 2 E[\text{時系列 } h(k) \cdot e(k)]$$

$$\dots (8)$$

ここで、 $E[\text{時系列 } h(k) \cdot e(k)]$ の瞬時推定値として、時系列 $h(k) \cdot e(k)$ を用いることにすれば、Fの最小値を与える周期 $N \Delta t$ (すなわち要素数N)を持つスピーカ出力信号ベクトルであるベクトルyの値は、最急

降下法に基づく次の漸化式(9)を反復計算することにより最適化することができる。

【0033】

$$\text{ベクトル } y(K+1) = \text{ベクトル } y(K) - \mu \cdot e(k) \cdot \text{時系列 } h(k) \dots (9)$$

9

但し、 $\mu/2$ は収束係数である。

【 0 0 3 4 】 このようにして求めた漸化式 (9) は、制御部 2 0 に内蔵されたデータ処理装置であるプロセッサが騒音の振動エネルギーを低減させるアンチ騒音の振動エネルギーの設定を補正する際には、以下に示すような、よ *

$$y(k-j+QN)'(k+1) = y(k-j+QN)' \cdot (k) - \mu \cdot e(k) \cdot h_j \cdot \dots \quad (10)$$

このときプロセッサは、時刻 k においては、例えば以下に示す 4 つの動作手順を行っている。

【0036】動作1：スピーカ入力信号 $y_k'(k)$ をスピーカ11に対して出力する

動作 2 : マイク出力信号 $e(K)$ をマイク 1 2 から入力する

動作 3 : 周期計測回路 22 から入力されたエンジン 22 の回転周期に $\text{Ord} / \Delta t$ または $1 / (\text{Ord} \cdot \Delta t)$ を乗じた値に最も近い整数値を N とする

動作4: $j = 0, 1, 2, \dots, J-1$ について漸化式(10)の計算を行う

但し、 k' ， $(k-j+QN)'$ は、それぞれ k ($k-j+QN$) を N で、割ったときの整数剰余であり、また、 Ord は、低減させようとしている騒音のエンジン回転数に対する最低次数を設定するための任意の一定の整数である。

【0037】次に、複数のスピーカ11・・・とマイク12・・・とを用いる場合には、例えば、最急降下法に基づき、

$$\text{ベクトル } y_L(k+1) = \text{ベクトル } y_L(k) - \mu \sum_{m=1}^M e_m(k) \cdot \text{時系列 } h_{Lm}(k) \quad \dots (11)$$

【0045】但し、

 y_{1k} : 時刻 k における第 1 スピーカ入力信号

e_m : 第 m マイク出力信号

 h_{lm} : 第 l スピーカ・第 m マイク間のインパルス応答

の $j \Delta t$ 時間後の値

$$\begin{aligned} \text{ベクトル } y_1 &= [y_1 \ 0 \quad y_1 \ N-1 \quad y_1 \ N-2 \quad \cdots \quad y_1 \ 1]^T \\ \text{時系列 } h_{1m}(k) &= [\beta^k - h_{1m} \ k' \quad \beta^k - h_{1m} \ k'+1 \quad \cdots \quad \beta^k - h_{1m} \ N+1 \\ &\quad \beta^k - h_{1m} \ 0 \quad \beta^k - h_{1m} \ 1 \quad \cdots \quad \beta^k - h_{1m} \ k'-1]^T \end{aligned}$$

さらに、

$$\begin{aligned} \bar{b} - h_{lm} 0 &= h_{lm} 0 + h_{lm} N + \cdots + h_{lm} QN \\ \bar{b} - h_{lm} 1 &= h_{lm} 1 + h_{lm} N+1 + \cdots + h_{lm} QN+1 \\ &\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ \bar{b} - h_{lm} j-QN-1 &= h_{lm} j-QN-1 + h_{lm} j-(Q-1)N-1 + \cdots + h_{lm} j-1 \\ \bar{b} - h_{lm} j-QN &= h_{lm} j-QN + h_{lm} j-(Q-1)N + \cdots + 0 \\ &\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ \bar{b} - h_{lm} N-1 &= h_{lm} N-1 + h_{lm} 2N-1 + \cdots + 0 \\ l &= 1, 2, \cdots, L \\ m &= 1, 2, \cdots, M \end{aligned}$$

従って、漸化式 (9) は次式 (12) に置き換えられ

10

＊り簡単なアルゴリズムに置き換えられる。

【0035】先ず、一対のスピーカ11およびマイク12を用いる場合には、漸化式(9)は次式(10)に置き換えられる。

※【0038】

【数3】

$$E \left[\sum_{m=1}^M \text{時系列 } h_{Lm}(k) \cdot e_m(k) \right]$$

10

【0039】の瞬時推定値として、

【 0 0 4 0 】

【数4】

$$\sum_{m=1}^M \text{時系列 } h_{Lm}(k) \cdot e_m(k)$$

【0041】を用いると、評価関数

【 0 0 4 2 】

【数5】

$$F = E \left[\sum_{m=1}^M e_m(k)^2 \right]$$

【0043】を最小化する第1スピーカ出力信号ベクトルであるベクトル y_1 の最適値は、次の漸化式(11)を反復計算することにより求められる。

【 0 0 4 4 】

【数 6】

・時系列 $h_{lm}(k)$
 $\cdot \cdot \cdot (1 \ 1)$

★L：スピーカの個数

M: マイクの個数

J: 全てのスピーカ・マイク間のインパルス応答が有限時間 τ 以内で 0 に収束することを示す整数値

また、

40

50 る。

11

12

【0046】

【数7】

$$y_{L(k-j+QN)}(k+1) = y_{L(k-j+QN)}(k) - \mu \sum_{m=1}^M e_m(k) \cdot h_{Lm,j}$$

・・・ (12)

【0047】このときプロセッサは、時刻kにおいては、例えば以下に示す4つの動作手順を行っている。

【0048】動作11：スピーカ入力信号 $y_{1k}(k)$ 、 $y_{2k}(k)$ 、・・・、 $y_{Lk}(k)$ をそれぞれ第1スピーカ、第2スピーカ、・・・、第Lスピーカに対して出力する

動作12：マイク出力信号 $e_1(k)$ 、 $e_2(k)$ 、・・・、 $e_M(k)$ をそれぞれ第1マイク、第2マイク、・・・、第Mマイクから入力する

動作13：周期計測回路22から入力されたエンジン22の回転周期に $Ord/\Delta t$ または $1/(Ord \cdot \Delta t)$ を乗じた値に最も近い整数値をNとする。

動作14： $l=1, 2, \dots, L$ および $j=0, 1, 2, \dots, J-1$ について漸化式(12)の計算を行う

$$\text{ベクトル } y_l(k+1) = \text{ベクトル } y_l(k)$$

$$- \mu \cdot \alpha \cdot \text{時系列 } h_{lk}(k) \cdot e_k(k)$$

・・・ (13)

但し、 k'' は、kをMで割ったときの整数剰余に1を加えた値であり、また、 α は任意の定数である。この漸化式(13)は、漸化式(11)よりも短時間で演算でき※

$$y_{l(k-j+QN)}(k+1) = y_{l(k-j+QN)}(k) - \mu \cdot \alpha \cdot e_k(k) \cdot h_{lk,j}$$

・・・ (14)

このときプロセッサは、時刻においては、例えば以下に示す4つの動作手順を行っている。

【0054】動作21：スピーカ入力信号 $y_{1k}(k)$ 、 $y_{2k}(k)$ 、・・・、 $y_{Lk}(k)$ をそれぞれ第1スピーカ、第2スピーカ、・・・、第Lスピーカに対して出力する。

動作22：マイク出力信号 $e_k(k)$ を第 k'' マイクから入力する

動作23：周期計測回路22から入力されたエンジン22の回転周期に $Ord/\Delta t$ または $1/(Ord \cdot \Delta t)$ を乗じた値に最も近い整数値をNとする。

動作24： $l=1, 2, \dots, L$ および $j=0, 1, 2, \dots, J-1$ について漸化式(14)の計算を行う。従って、上記アルゴリズムの演算は、漸化式(9)、(11)および(13)、あるいはこれら漸化式を単純化した漸化式(10)、(12)および(14)を反復計算するだけで良いので、スピーカ入力制御の計算時間を短縮することが可能となる。

【0055】オーディオとの関連

次に、図4以下を参照しつつ、低減用振動生成とオーディオとの関連について説明する。まず、図4において、スピーカ11は、前述のようにして生成された低減用振

*また、上記の複数のスピーカ11・・・とマイク12・・・を用いる場合について、

【0049】

【数8】

$$E \left[\sum_{m=1}^M \text{時系列 } h_{Lm}(k) \cdot e_m(k) \right]$$

【0050】の瞬時推定値として、 $\alpha \cdot \text{時系列 } h_{lk}(k) \cdot e_k(k)$ を用いると、最急降下法に基づいて評価関数

【0051】

【数9】

$$F = E \left[\sum_{m=1}^M e_m(k)^2 \right]$$

【0052】を最小化する第1スピーカ出力信号ベクトルであるベクトル y_1 の最適値は、次の漸化式(13)

*20 を反復計算することにより求められる。

※る。

【0053】従って、漸化式(9)は次式(14)に置き換えられる。

・・・ (14)

動の出力のためと、オーディオソース31からのオーディオ信号A1の出力用とを兼用している。また、前述のアンプ28（パワーアンプで、プリアンプとメインアンプとが別々に構成されていないもの）も、低減用振動の出力のためと、オーディオソース31からのオーディオ信号A1の出力用とを兼用している。

【0056】オーディオ信号A1は、ミキサ回路32のスイッチ33および加算回路34を経た後、アンプ28の音質調整回路41、利得調整回路42を経て、スピーカ11より出力される。一方、制御ユニットUの制御部20からの低減用振動を示すANC信号は、前記加算回路34を経てオーディオ信号A1と合成された後、上記音質調整回路41、利得調整回路42を経てスピーカ11から出力される。なお、符号44は音質調整ダイヤル、45は利得調整ダイヤルで、乗員によりマニュアル操作される。

【0057】アンプ28は、ダイヤル44あるいは45の操作状態に応じた音質調整回路41あるいは利得調整回路42からの信号を受けて、スピーカ11のオーディオ操作に起因したスピーカ11の出力状態を示す調整量判定回路43を有する。この調整量判定回路43からは、オーディオ操作に起因したスピーカ11からの出力

13

変更に対応した調整量信号C2が出力される。調整量信号C2は、前記スイッチ33、および制御部20に設けた補正回路51に入力される。スイッチ33は、常時は閉とされる一方、調整量信号C2が零を示すとき（オーディオ信号の出力要求なしのとき）は開となってオーディオ信号A1の加算回路34への出力を停止させる。また、補正回路51は、後述するように、前述した図3に示すステップS2の時系列hを補正する。

【0058】補正回路51による補正の一例を図5に示してある。この図5では、調整量信号C2から得られたアンプ28の利得をgとしたときに、インパルス応答データh(i)をg倍するようにしてある。また、補正回路による補正の他の例を図6に示してある。この図6では、インパルス応答データh(i)を周波数分析することにより周波数伝達関数Hを得て（Q11）、得られた周波数伝達関数Hに対して音質調整回路41での周波数特性変化分Gを乗算し（Q12）、この乗算された値を逆フーリエ変換することにより再びインパルス応答データhに変換するようにしたものである。

【0059】図7は、調整量信号C2が入力される補正回路52によって、図3に示すステップS3のベクトルyの最適化のための収束係数μ（式（12）参照）を補正するようにしたものであり、図7に示す部分以外は、図4と同様に構成される（このことは以下の図8の場合も同じ）。この補正回路52によって、調整量信号C2から得られたアンプ28の利得をgとしたとき、収束係数が $g \cdot \mu$ に補正される。

【0060】図8は、マイク12用のアンプ23の特性を、調整量信号C2の入力を受ける補正回路53によって補正するようにしたものである。この補正回路53によって、調整量信号C2から得られたアンプ28の利得

14

をgとしたとき、マイク用アンプ23の利得が「 $1/g$ 」倍に補正される。

【0061】以上実施例について説明したが、低減すべき振動としては、エンジン振動に限らず、車室内で問題となる適宜の信号とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用された車両を上方から見た図。

【図2】低減用振動生成のための全体制御系統図。

【図3】図2のうち低減用振動の最適化部分の構成をブロック図的に示す図。

【図4】オーディオ系統と振動低減用の制御系統との関連を示す図。

【図5】図4に示す補正回路の補正例を示す図。

【図6】図4に示す補正回路の他の補正例を示す図。

【図7】図4とは異なる別の補正回路を示す図。

【図8】図4、図7とは異なるさらに別の補正回路を示す図。

【符号の説明】

1：自動車

2：車室

8：エンジン（振動源）

11：スピーカ

12：マイク

23：マイク用アンプ

28：スピーカ用アンプ

31：オーディオソース

32：ミキサ回路

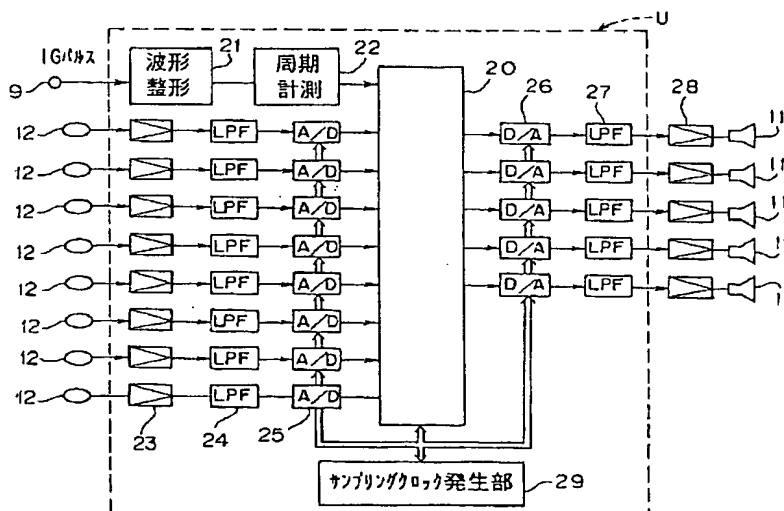
41：音質調整回路

42：音量調整回路

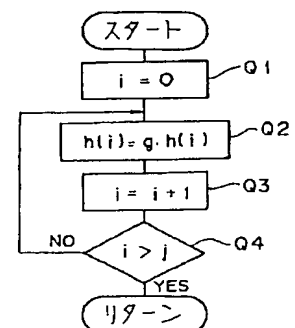
43：調整量判定回路

51～53：補正回路

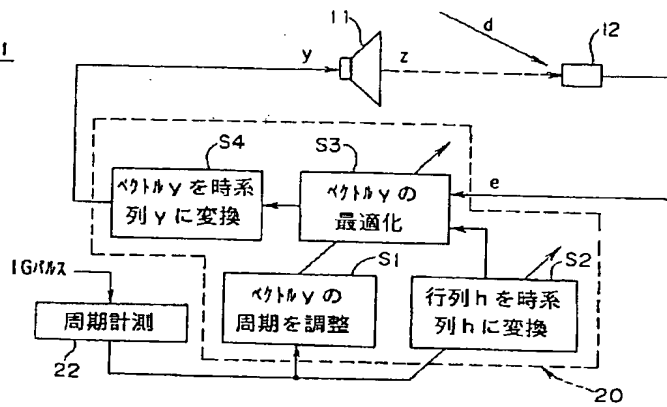
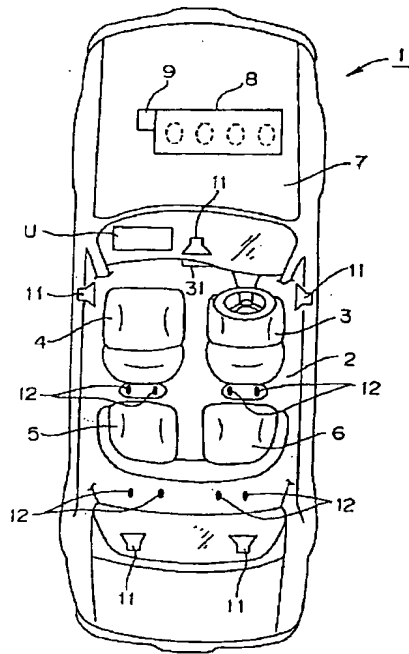
【図2】



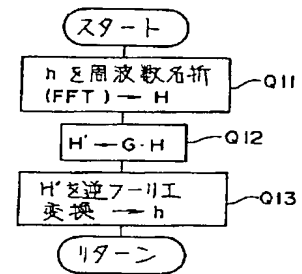
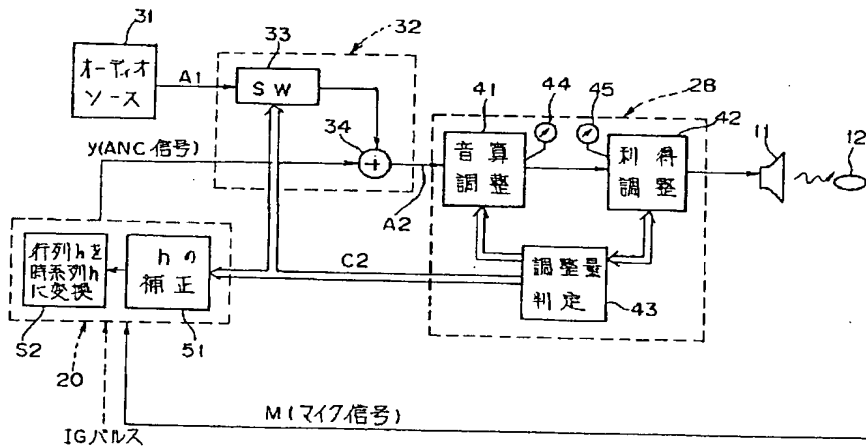
【図5】



【図 3】



【図 4】



【圖 7】

